



Original Article

Investigating the Association between the RS12722 Polymorphism in the COL5A1 Gene and Omega-3 Supplementation with Flexibility, Strength, and Power in Young Active Men

Seyed Hossein Hosseini¹ , Hassan Faraji^{2*} , Kaiwan Kaki¹

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Kurdistan, Iran.

2. Department of Physical Education and Sport Sciences, Mari.C. Islamic Azad University, Marivan, Iran. (Corresponding Author)

Received: 00/00/00, Accepted: 00/00/00, Published: 00/00/00

* Corresponding Author: Hassan Faraji, E-mail: faraji.hassan@iau.ac.ir

How to Cite: Hosseinzadeh, Z; Gharakhanlou, R; Shahrbanian, Sh. Mosallanezhad, Z. (2024). Evaluation of Non-Local Muscle Fatigue in Functional Conditions and its Effect on Force Changes and Electromyographic Activity of Muscles Around the Knee in Professional Male Football Players. *Sport Physiology*, 15(59), 17-34. In Persian.

Extended Abstract

Background and Purpose

Omega-3 polyunsaturated fatty acid (n-3 PUFA) supplementation is known for its anti-inflammatory properties and their role in maintaining the integrity of cell membranes throughout the body, including in connective tissues, of which collagen is a major component. While collagen provides the tensile strength necessary for the proper function of connective tissues, omega-3 fatty acids indirectly support collagen strength by reducing inflammation and potentially increasing collagen synthesis. Omega-3 fatty acids, particularly EPA and DHA, influence gene expression through their role in cell membrane composition and signaling pathways. While direct studies on the relationship between omega-3 fatty acids and the COL5A1 gene specifically may be limited, research suggests that omega-3 fatty acids can modulate gene expression related to inflammation and collagen synthesis. For example, omega-3 fatty acids have been shown to influence the expression of genes involved in fatty acid metabolic pathways, which can indirectly affect collagen synthesis and remodeling. In addition, omega-3 fatty acids may contribute to epigenetic changes

that can alter gene expression, including genes involved in collagen production and degradation. These changes can affect the structure and function of collagen fibers, potentially affecting their strength and the overall integrity of connective tissues. There has also been increasing interest in the positive role of omega-3s in increasing muscle mass, strength, and physical performance. To our knowledge, no study has been conducted to investigate the effect of COL5A genotype on strength, flexibility, and power in athletes, and it is not clear how effective a single course of omega-3 supplementation is on these factors, taking into account the genotype of individuals. Therefore, the aim of the present study was to investigate the association of COL5A genotype on strength, flexibility, and power in strength training athletes and the effect of a single course of omega-3 supplementation on these performance factors.

Methods

Of the 93 volunteers, 85 were selected based on the inclusion criteria and were randomly divided into two groups: omega-3 (n = 43) and placebo (n = 42). A double-blind, placebo-controlled design was used to investigate the relationship between COL5A genotype on strength, flexibility, and power performance and omega-3 intake on these factors. Body composition, flexibility, and blood collection for genetic analysis were measured in the first session. Strength and power testing sessions were performed in the second and third sessions. Subjects were randomly divided into two groups to receive omega-3 supplementation and the other to receive placebo. Participants consumed 3 gelatin-coated capsules daily (1 capsule in the morning, 1 at lunch, and 1 at night), each containing 1040 mg of n-3 PUFA (715 mg EPA and 286 mg DHA) or placebo with water with main meals for 8 weeks. They consumed a total of 3900 mg of fish oil daily, containing 3 g of n-3 PUFA (2145 mg EPA and 858 mg DHA). The tests were repeated before 8 weeks. We used the Chi-Square statistical test to examine Hardy-Weinberg equilibrium in the frequency of polymorphisms. ANCOVA (analysis of covariance) and Bonferroni post hoc tests were used to compare means. All calculations were analyzed with SPSS21 software at a statistical level of $p < 0.05$.

Results

The effect of time ($F = 1.42$, $p = .26$, $\eta^2 = .12$) was not significant, but the effect of group ($F = 7.56$, $p = .02$, $\eta^2 = .39$) was significant, but the interaction of group $\times$ time ($F = .99$, $p = .15$, $\eta^2 = .09$) was not significant. Also, the interaction of group $\times$ time $\times$ COL5A1 was not significant ($p = .25$, $\eta^2 = .07$). The results of Table 4 regarding the physical performance of the subjects in strength with respect to their genotype and the effect of omega-3 supplementation, show that the effect of time ($F = 1.02$, $p = .19$, $\eta^2 = .10$), group ($F = 2.13$, $p = .22$, $\eta^2 = .09$) and the interaction of group $\times$ time ($F = .92$, $p = .28$, $\eta^2 = .08$) were not significant. In addition, the interaction of group $\times$ time $\times$ COL5A1 was also not significant ($p = .43$, $\eta^2 = .04$). Regarding the genotype of the subjects and the effect of omega-3 supplementation on their physical performance in power, the results also showed that the effect of time ($F = 1.53$, $p = .20$, $\eta^2 = .10$), group ($F = 0.85$, $p = .36$, $\eta^2 = .11$) and the interaction of group $\times$ time ($F = .52$, $p = .63$, $\eta^2 = .08$) were not significant (Table 5). Similar to other variables, the interaction of group $\times$ time $\times$ COL5A1 was also not significant ($p = .16$, $\eta^2 = .13$).

Conclusion

The COL5A1 CC genotype is associated with increased flexibility. The results of the present study also showed that this association was not significant for strength and power, and omega-3 supplementation had no effect on flexibility, strength, and muscle power functions, and was not associated with the COL5A1 rs12722 polymorphism. Therefore, our findings provide preliminary evidence for the association of COL5A1 genotype with flexibility, strength, muscle power, and omega-3 supplementation in the Iranian population.

Key Words: rs 12722 polymorphism, flexibility, muscle strength, muscle power, omega-3.

Article message

The rs12722 polymorphism is significantly associated with flexibility in active young men, and a course of omega-3 supplementation does not produce significant changes in flexibility, strength, and power of different alleles of the rs12722 polymorphism.

Funding

The present study did not receive any financial support.

Authors' Contributions

All authors contributed to the design, implementation, and writing of all parts of this study.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement

We would like to thank the subjects of the present study.

بررسی ارتباط پلی مورفیسم rs12722 در ژن COL5A1 و مکمل یاری امگا-۳... ۴

فیزیولوژی ورزشی، زمستان ۱۴۰۲، دوره ۱۵، شماره ۶۰، صص ۳۴-۱۷. Doi: 10.22089/spj.2022.12005.2173



فیزیولوژی ورزشی

Journal homepage: <https://spj.ssric.ac.ir>



نوع مقاله: پژوهشی

بررسی ارتباط پلی مورفیسم rs12722 در ژن COL5A1 و مکمل یاری امگا-۳ با انعطاف پذیری، قدرت و توان در مردان جوان فعال

سید حسین حسینی مهر^۱، حسن فرجی^{۲*}، کیوان کاکلی^۱

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، کردستان، ایران

۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مریوان، دانشگاه آزاد اسلامی، مریوان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۱۶، تاریخ اصلاح: ۱۳۹۹/۱۲/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۹

*نویسنده مسئول: حسن فرجی، E-mail: faraji.hassan@iau.ac.ir

How to Cite: Hosseinzadeh, Z; Gharakhanlou, R; Shahrbanian, Sh. Mosallanezhad, Z. (2024). Evaluation of Non-Local Muscle Fatigue in Functional Conditions and its Effect on Force Changes and Electromyographic Activity of Muscles Around the Knee in Professional Male Football Players. *Sport Shysiology*, 15(59), 17-34. In Persian.

چکیده

ارتباط پلی مورفیسم rs12722 با انعطاف پذیری، قدرت و توان نیاز به مطالعات بیشتری دارد و اثر امگا ۳ بر این عوامل بررسی نشده است. هدف ما بررسی ارتباط پلی مورفیسم rs12722 در ژن COL5A1 با انعطاف پذیری، قدرت و توان همراه با مصرف یک دوره امگا ۳ بود. ۸۵ داوطلب مرد فعال (سن: سال $26/4 \pm 4/3$ ، قد: سانتیمتر $172/7 \pm 7/8$ ، وزن: کیلوگرم $82/5 \pm 9/6$ ، درصد چربی: $19/3 \pm 7/1$) در یک طرح تصادفی، دوسوکور به دو گروه مکمل (۴۳ نفر) و دارونما (۴۲ نفر) تقسیم شدند. شرکت کنندگان طی ۸ هفته انجام تمرین مقاومتی روتین خود با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه تواتر سه جلسه در هفته، روزانه ۳ کپسول پوشیده شده با ژلاتین (۱ کپسول در صبح، ۱ عدد در ناهار و ۱ عدد در شب) حاوی ۳ گرم n-3 PUFA (۲۱۴۵ میلی گرم EPA و ۸۵۸ میلی گرم DHA)، یا دارونما مصرف کردند. DNA مستخرج از نمونه های خونی، برای پلی مورفیسم rs12722 مورد آزمایش قرار گرفت. انعطاف پذیری، قدرت و توان عضلانی پایین

فصلنامه فیزیولوژی ورزشی، زمستان ۱۴۰۲، دوره ۱۵، شماره ۶۰

بررسی ارتباط پلی مورفیسم rs12722 در ژن X0A5A1 و مکمل یاری امگا-۳...

تنه ۴۸ ساعت قبل و بعد از هشت هفته ارزیابی شد. در شرایط پیش آزمون، پلی مورفیسم rs12722 ارتباط معناداری با انعطاف پذیری داشت ($F=7.56$, $p = .02$, $\eta^2 = .39$) و افراد دارای آلل CC انعطاف پذیری بیشتری نسبت به آلل TT و CT داشتند اما این ارتباط با قدرت ($F=2.13$, $p = .22$, $\eta^2 = .09$) و توان ($F=0.85$, $p = .36$, $\eta^2 = .11$) متفاوت نبود. همچنین، یک دوره مکمل یاری امگا-۳ تغییرات معناداری در انعطاف پذیری، قدرت و توان آلل های مختلف پلی مورفیسم rs12722 ایجاد نکرد ($p > .05$). در پلی مورفیسم rs12722 COL5A1، افراد دارای آلل CC انعطاف پذیری بیشتری نسبت به آلل TT و CT دارند اما مطالعه حاضر این دیدگاه را تایید نمی کند که پلی مورفیسم COL5A1 rs12722 با قدرت و توان ارتباط دارد، یا اینکه پلی مورفیسم rs12722 یک عامل اثر گذار بر مکمل یاری امگا ۳ بر انعطاف پذیری، قدرت و توان جمعیت مورد آزمایش این مطالعه باشد.

واژگان کلیدی: پلی مورفیسم rs12722، انعطاف پذیری، قدرت عضلانی، توان عضلانی، امگا ۳.

مقدمه

مطالعه ژنتیک نژادهای مختلف در ارتباط با سلامت و عملکرد جسمانی، یکی از روشهای نوین بررسی جمعیتها و شناسایی استعدادهای بالقوه در جوامع گوناگون محسوب می شود (۱). امروزه، استعدادیابی بدون توجه به جنبه های ژنتیکی و اپی ژنتیکی، قادر به ارائه انتخاب های دقیق و هدفمند نخواهد بود. در پژوهش های ژنومیک ورزشی، شناسایی پلی مورفیسم های خاص که می توانند موجب دستیابی به عملکرد برتر در ورزشکاران نخبه شوند، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. تحقیقات نشان داده اند که حدود ۶۶ درصد از تفاوت های عملکرد ورزشی، به عوامل ژنتیکی وابسته است. در این میان، تفاوت های وراثتی در ویژگی های آنروپومتری، ظرفیت فیزیولوژیکی، سازگاری تمرینی و ساختار بافتی، می توانند در توانایی عمومی ورزشی یا عملکرد ویژه ورزشی تأثیر گذار باشند (۲). به خوبی مشخص شده است که عملکرد ورزشی، حاصل یک فنوتیپ چند عاملی است که از تعامل پیچیده میان عوامل محیطی و ژنتیکی شکل می گیرد (۳، ۴). در سال های اخیر، محققان به بررسی تأثیر برخی ژن ها پرداخته اند که مسئول تولید پروتئین هایی هستند که در مسیرهای متابولیکی یا ساختار عضلات اسکلتی نقش داشته و از اهمیت بالایی در عملکرد ورزشی برخوردارند (۴). علاوه بر این، برخی ژن ها و پلی مورفیسم ها، بر قدرت یا انعطاف پذیری عضلات و تأمین انرژی متابولیکی ورزشکاران تأثیر گذار هستند.

کلاژن، اگرچه جزء اصلی رباطها محسوب می شود، اما نقشی اساسی در ساختار و عملکرد عضلات نیز ایفا می کند. این پروتئین، ضمن تأمین استحکام کششی و خاصیت ارتجاعی، برای بافت های همبند اهمیت ویژه ای دارد. اهمیت این نقش ناشی از توانایی بافت های همبند در انتقال نیروی انقباضی ایجاد شده توسط تارهای عضلانی به تاندون ها و استخوان هاست. در این میان، سفتی بیش از حد بافت های همبند ممکن است موجب اختلال در انقباض تارهای عضلانی، کاهش کارایی انتقال نیرو و در نهایت افت قدرت عضلانی شود (۵). ژن COL5A1 که روی کروموزوم q34.39 انسان قرار دارد،

کدگذاری زنجیره آلفا-۱ (V) کلاژن نوع V را بر عهده دارد. این ژن، از طریق SNP rs12722 ، دو آلل به نامهای C و آلل T را تولید می‌کند. ژن COL5A1 ، دستورالعمل‌های لازم برای ساخت زنجیره $\text{pro-}\alpha 1(\text{V})$ ، بخشی از کلاژن نوع V، را فراهم می‌آورد. کلاژن نوع V می‌تواند از سه زنجیره $\text{pro-}\alpha 1(\text{V})$ یا ترکیبی از دو زنجیره $\text{pro-}\alpha 1(\text{V})$ و یک زنجیره $\text{pro-}\alpha 2(\text{V})$ (منتج از ژن COL5A2) ساخته شود. این زنجیره‌ها مولکول‌های پروکلاژن را تشکیل می‌دهند که طی فرایندهای زیستی به کلاژن بالغ پردازش شده و سپس در کنار کلاژن نوع I، به تشکیل فیبریل‌ها منجر می‌شوند. کلاژن نوع V، علاوه بر نقش تعیین‌کننده در تنظیم عرض فیبریل‌ها، در مونتاژ سایر انواع کلاژن به ساختارهای فیبریلی در بافت‌های مختلف نیز دخیل است. همچنین ژن COL5A1 در حمایت از بسیاری از بافت‌های بدن، از جمله تاندون‌ها، رباط‌ها و عضلات، تأثیر بسزایی دارد (۶). این نوع کلاژن برای افزایش دوام رباط‌ها و تأمین انعطاف‌پذیری تاندون‌ها ضروری است. به‌طور کلی، ژن COL5A1 تولید کلاژن نوع V را هدایت می‌کند که می‌تواند بر استحکام رباط‌ها و تاندون‌های ورزشکاران تأثیر بگذارد (۷). ژنوتیپ CC با کاهش خطر ابتلا به بیماری‌هایی همچون تاندونوپاتی آشیل و آسیب‌های رباط متقاطع قدامی مرتبط است، در حالی که ژنوتیپ TT به دلیل سفت‌تر بودن تاندون‌ها، ممکن است با کاهش دامنه حرکتی و افزایش احتمال آسیب‌دیدگی همراه باشد. با این حال، همین ویژگی می‌تواند در دوییدن استقامتی مفید واقع شود، زیرا تاندون‌های سفت‌تر در ذخیره و بازگرداندن انرژی کارآمدتر عمل می‌کنند (۲). مطالعات دیگری نشان داده‌اند که ژنوتیپ COL5A1 با دامنه حرکتی اندازه‌گیری‌شده از طریق بلند کردن مستقیم پاهای غیرفعال (SLR^۱) و شلی مفصل کل بدن (WBJL^۲) مرتبط است که نشان‌دهنده تأثیر ژنتیک بر انعطاف‌پذیری می‌باشد (۸). تحقیقات نشان داده‌اند که ژنوتیپ‌های TT و CC به ترتیب موجب افزایش و کاهش سفتی بافت از طریق تغییر در پایداری mRNA COL5A1 در دامنه‌های فیزیولوژیکی طبیعی می‌شوند (۹). در یک مطالعه، مشاهده شد که ژنوتیپ CC با افزایش دامنه حرکتی مرتبط است، در حالی که افراد دارای ژنوتیپ CT، نسبت به کسانی که هموزیگوت برای هر یک از آلل‌ها هستند، دامنه حرکتی محدودتری داشته‌اند. علاوه بر این، ژنوتیپ TT نوع COL5A1 rs12722 با بهبود عملکرد دوییدن استقامتی ارتباط دارد. همچنین، مشخص شده است که ژنوتیپ CC با ساختارهای تاندونی انعطاف‌پذیرتر اکستانسورهای زانو در جمعیتی از مردان ژاپنی مرتبط است (۱۰). این ویژگی باعث می‌شود افراد دارای آلل T، که انعطاف‌پذیری کمتری دارند، برای مسابقات دوییدن در مسافت‌های طولانی مناسب‌تر باشند. این نظریه از طریق مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۱ پیرامون دوی ماراتن فوق استقامتی تأیید شد. در این پژوهش، مشخص شد که افراد دارای آلل T دارای تاندون‌های سفت‌تری بودند، اما به‌طور قابل توجهی سریع‌تر از کسانی که آلل C ژن COL5A1 را داشتند، مسابقه را به پایان رساندند (۱۱).

پلی مورفیسم COL5A1 rs12722 یکی از تغییرات ژنتیکی مورد مطالعه در ارتباط با انعطاف‌پذیری است. به‌طور خاص، آلل T این پلی مورفیسم با کاهش دامنه حرکتی مرتبط بوده، به‌گونه‌ای که افراد دارای ژنوتیپ TT ممکن است تاندون‌هایی سفت‌تر نسبت به افراد دارای ژنوتیپ CC داشته باشند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که آلل C احتمالاً تأثیر بیشتری بر

^۱ .Straight Leg Raise

^۲ .Whole Body Joint Laxity

انعطاف پذیری دارد، زیرا با سفتی مشاهده شده در ژنوتیپ TT همراه نیست (۱۱). با این حال، نتایج برخی مطالعات نشان می دهند که تأثیر این پلی مورفیسم بر انعطاف پذیری ممکن است وابسته به جمعیت مورد بررسی باشد. به عنوان مثال، پژوهشی که بر روی ورزشکاران ژاپنی انجام شد، گزارش داد که پلی مورفیسم rs12722 تأثیر قابل توجهی بر انعطاف پذیری مفاصل یا سفتی عضلانی غیرفعال ندارد و ارتباطی با آسیب های عضلانی مرتبط با ورزش نیز مشاهده نشده است (۱۲).

رابطه میان قدرت کلاژن و قدرت عضلانی تحت تأثیر تغذیه قرار دارد و مطالعات نشان داده اند که مصرف مکمل پپتید کلاژن همراه با تمرینات مقاومتی، به افزایش قدرت عضلانی در مردان مسن منجر می شود (۱۳). در حالی که کلاژن استحکام کشتی لازم برای عملکرد مطلوب بافت های همبند را فراهم می کند، اسیدهای چرب امگا-۳ به طور غیرمستقیم با کاهش التهاب و افزایش احتمالی سنتز کلاژن، موجب تقویت قدرت کلاژن می شوند. اسیدهای چرب امگا-۳، به ویژه EPA^1 و DHA^2 ، از طریق تأثیر بر ترکیب غشای سلولی و مسیرهای سیگنالینگ، بیان ژن را تحت تأثیر قرار می دهند (۱۴، ۱۵). هرچند مطالعات مستقیم درباره ارتباط بین اسیدهای چرب امگا-۳ و ژن COL5A محدود است، تحقیقات نشان داده اند که امگا-۳ می تواند بیان ژن های مرتبط با التهاب و سنتز کلاژن را تنظیم کند. به عنوان مثال، مشخص شده است که این اسیدهای چرب بر بیان ژن های مؤثر در مسیرهای متابولیک اسیدهای چرب تأثیر می گذارند که ممکن است به طور غیرمستقیم بر سنتز و بازسازی کلاژن اثر بگذارد (۱۵). علاوه بر این، اسیدهای چرب امگا-۳ ممکن است باعث تغییرات اپی ژنتیکی شوند که بیان ژن های مرتبط با تولید و تجزیه کلاژن را تنظیم کرده و به ساختار و عملکرد فیبرهای کلاژن و استحکام کلی بافت های همبند تأثیر بگذارند (۱۶). نقش امگا-۳ در افزایش توده عضلانی، قدرت و عملکرد فیزیکی نیز اخیراً مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (۱۷). بر اساس دانش فعلی، تاکنون مطالعه ای جامع درباره تأثیر ژنوتیپ COL5A بر قدرت، انعطاف پذیری و توان ورزشکاران انجام نشده است و مشخص نیست که یک دوره مکمل یاری امگا-۳، با در نظر گرفتن ژنوتیپ افراد، چگونه بر این عوامل تأثیر می گذارد. لذا، هدف مطالعه حاضر بررسی نقش ژنوتیپ COL5A در قدرت، انعطاف پذیری و توان ورزشکاران تمرینات قدرتی و تأثیر مصرف یک دوره مکمل امگا-۳ بر این شاخص های عملکردی است.

روش پژوهش

۸۵ مرد فعال بدنی با سابقه حداقل یکسال انجام تمرینات مقاومتی داوطلب شرکت در این مطالعه شرکت کردند (جدول شماره ۱). ملاک ورود به مطالعه عدم ابتلا به هر نوع بیماری، عدم سابقه مصرف دارو یا مکمل ورزشی در شش ماه قبل و عدم مصرف دخانیات بوده است. همه آزمودنی ها سابقه حداقل یکسال انجام تمرینات وزنه تمرینی داشتند و تمرینات روتین خود را دنبال می کردند. آزمودنی ها در سال گذشته درگیر ورزش های تفریحی بودند، اما آنها در تمرینات انعطاف پذیری برای حداقل شش ماه قبل از مطالعه درگیر نبودند. پس از توضیح شفاهی در مورد مزایا و خطرات احتمالی، همه

¹ . Eicosapentaenoic Acid

² . Docosahexaenoic Acid

۸ بررسی ارتباط پلی مورفیسم pσ12722 در ژن XOΔ5A1 و مکمل یاری امگا-۳...

آزمودنی ها برگه رضایت نامه ی آگاهانه مطابق با اعلامیه هلسینکی ۱۹۷۵ را تکمیل و تایید کردند و این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشکده علوم انسانی دانشگاه کردستان تایید شد.

جدول ۱- ویژگی های توصیفی آزمودنی ها

Table-1. Descriptive characteristics of the subjects

	همه آزمودنی ها All subjects	CC	CT	TT
سن (سال) age (years)	26.4 ± 4.3	25.6 ± 3.3	26.4 ± 4.5	27.2 ± 4.8
قد (سانتی متر) Height (cm)	172.7 ± 7.8	172.1 ± 5.7	174.2 ± 8.3	171.8 ± 8.1
جرم (کیلوگرم) Mass (kg)	82.5 ± 9.6	84.5 ± 8.6	81.4 ± 9.3	81.7 ± 10.1
(درصد) چربی بدن Body fat (%)	19.3 ± 7.1	18.7 ± 7.7	19.3 ± 6.8	20.1 ± 8.4
COL5A1 (CC/CT/TT)	n= 85	n= 16	n= 42	n= 27

شرکت کنندگان طی ۸ هفته انجام تمرین مقاومتی روتین خود با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه تواتر سه جلسه در هفته فعالیت داشتند. در روز معین از افراد داوطلب دعوت به عمل آمد و پس از تایید تندرستی آنان با استفاده از پرسشنامه سلامتی و پزشک متخصص، ارائه توضیحات کامل درباره روند اجرای پژوهش، فواید و مضرات احتمالی مطالعه بیان شد و رضایت نامه کتبی از داوطلبان اخذ گردید. همچنین پرسش نامه آمادگی شرکت در فعالیت های ورزشی^۱ (PAR-Q) توسط داوطلبین تکمیل گردید. از میان ۹۳ نفر داوطلب، ۸۵ نفر بر اساس معیارهای ورود انتخاب شدند و به صورت تصادفی ساده به دو گروه امگا ۳ (۴۳ نفر) و دارونما (۴۲ نفر) تقسیم شدند (جدول ۱). همچنین از شرکت کنندگان خواسته شد در طول دوره تحقیق از مصرف هرگونه قرص یا مکمل دارویی و انجام فعالیت بدنی منظم غیر از تمرین ورزشی مقاومتی پرهیز کنند. همچنین جهت کنترل تغذیه ی آزمودنی ها در طول دوره سعی بر یکسان بودن تغذیه بود و برای این منظور فرم یادآمد غذایی ۲۴ ساعت قبل از اندازه گیری ها (قبل از شروع برنامه تمرینی و در انتهای برنامه تمرینی) در اختیار آزمودنی ها قرار داده شد و از آن ها درخواست شد که ۲۴ ساعت قبل از اندازه گیری در پس آزمون، تغذیه مشابه با شرایط قبل از شروع تمرینات داشته باشند. به آزمودنی ها توصیه شد که الگوی غذایی در طول دوره تمرین یکسان باشد.

¹ Physical Activity Readiness Questionnaire

بررسی ارتباط پلی مورفیسم $\rho\sigma 12722$ در ژن $XOA5A1$ و مکمل یاری امگا-۳... ۹

جدول ۲. پرایمرهای مورد استفاده برای پلی مورفیسم $rs12722$

Table 2. Primers used for the $rs12722$ polymorphism

Primers	Sequence
Allele A forward	5'-GGA GCT GAC CAG TGA AGA-3'
Allele A reverse	5'-TGT GAC CAT TCC GGT TTG-3'
Allele C forward	5'-CTT TGG GGA GCT GAA GGA-3'
Allele C reverse	5'-AAG ACT TCA AAG ACA CTT G-3'

برای بررسی ارتباط پلی مورفیسم $rs12722$ با عملکرد قدرت، انعطاف پذیری و توان و مصرف امگا-۳ بر این عوامل، از یک طرح دوسوکور کنترل شده با دارونما استفاده شد. ترکیب بدن، انعطاف پذیری و جمع آوری خون برای تجزیه و تحلیل ژنتیکی در جلسه اول اندازه گیری شد. جلسه آزمون قدرت و توان در جلسات دوم و سوم انجام شد.

استخراج DNA و ژنوتیپ

تقریباً ۵ میلی لیتر خون وریدی جمع آوری شد. DNA ژنومی (gDNA) از خون محیطی با استفاده از کیت جداسازی DNA GeneAll جدا شد. پلی مورفیسم‌های ژنی $COL5A1 rs12722$ با استفاده از روش پلی مورفیسم قطعات طولی محدود شونده^۱ (RFLP) مبتنی بر واکنش زنجیره‌ای پلیمرز^۲ (PCR) آنالیز شدند. پرایمرهای مورد استفاده برای پلی مورفیسم $COL5A1$ در جدول شماره ۱ ذکر شده است. PCR در حجم کل ۲۵ میکرولیتر حاوی ۲ میکرولیتر gDNA، ۰.۸ نانومول در میکرولیتر از هر پرایمر (ساخت شرکت Biotech rabbit, Germany)، ۱/۵ میکرولیتر $MgCl_2$ (۲۵ میلی مولار) (شرکت سیناکلون، ایران)، ۲/۵ میکرولیتر بافر $10 \times PCR$ ، ۰.۳ میکرولیتر dNTP (۲۵ میلی مولار) و ۲۵ میکرولیتر آب مقطر استریل بود، با هم مخلوط شدند و در دستگاه ترمال سایکلر ABI (مدل ۱۵۱۱ ساخت کشور آمریکا) قرار گرفتند.

جهت آنالیز کیفی محصولات واکنش زنجیره‌ای پلیمرز از تکنیک الکتروفورز افقی که روش آزمایشگاهی متداولی برای جداسازی مولکولهای باردار مانند DNA، بر اساس بار و جرم مولکولی آنها است، استفاده شد. پس از تهیه ژل آگارز یک درصد، و تعبیه چاهکها در ابتدای ژل، محصولات واکنش زنجیره‌ای پلیمرز که قطعات DNA دو رشته‌ای بودند (مقدار پنج میکرولیتر از DNA) با دو میکرولیتر رنگ بارگذاری مخلوط گردیده و درون چاهکها بارگذاری شد. پس از انجام بارگذاری و اتصال الکتروود مثبت و منفی به دو انتهای ژل، تانک الکتروفورز با ولتاژ ۱۱۱ برقرار شد. حین انجام الکتروفورز، قطعات DNA به دلیل داشتن بار منفی، به سمت الکتروودهای مثبت حرکت کردند که سرعت حرکت آنها براساس طول و جرم مولکولی آنها با یکدیگر متفاوت بود. بعد از انجام الکتروفورز و اتمام آن، تصویر نهایی DNA های استخراج شده در ژل،

^۱ . Restriction Fragment Length Polymorphism

^۲ . Polymerase Chain Reaction-based

بررسی ارتباط پلی مورفیسم pσ12722 در ژن XOΔ5A1 و مکمل یاری امگا-۳... ۱۰

مشاهده و ذخیره شد (شکل شماره ۱). تعیین ژنوتیپ انجام شد با استفاده از دستگاه Real Time PCR StepOnePlus و نرم افزار StepOne نسخه ۲,۲,۲ (Applied Biosystems, فاستر سیتی، کالیفرنیا، ایالات متحده انجام شد

مکمل یاری امگا ۳

به آزمودنی ها توصیه شد دو هفته قبل و در طول مداخله ماهی و غذاهای سرشار از امگا ۳، طی لیست خاصی که به آنها ارائه شده بود، را مصرف نکنند. شرکت کنندگان طی ۸ هفته روزانه ۳ کپسول پوشیده شده با ژلاتین (۱ کپسول در صبح، ۱ عدد در ناهار و ۱ عدد در شب) که هر کدام حاوی ۱۰۴۰ میلی گرم n-3 PUFA (۷۱۵ میلی گرم EPA و ۲۸۶ میلی گرم DHA) یا دارونما با آب همراه با وعده های غذایی اصلی بود مصرف کردند. آنها در مجموع ۳۹۰۰ میلی گرم روغن ماهی روزانه، حاوی ۳ گرم n-3 PUFA (۲۱۴۵ میلی گرم EPA و ۸۵۸ میلی گرم DHA)، مصرف کردند (۱۸). کپسول های دارونما حاوی نسبت ۵۰:۵۰ روغن ذرت و سویا بودند که عمدتاً از اسیدهای چرب امگا ۶ (۵۰٪) و تک غیراشباع (۲۵٪) تشکیل شده بودند. کپسول های امگا ۳ و دارونما در رنگ ظاهری و رایحه/طعم یکسان بودند. کپسول های امگا ۳ و دارونما توسط شرکت WN Pharmaceuticals Ltd, Coquitlam, Canada ساخته شده بودند.

شش روز قبل از شروع دوره تمرینی و مکمل دهی، آشناسازی با دستگاه ها و پروتکل تمرینی بصورت عملی انجام شد و ویژگیهای فیزیولوژیکی (قد، وزن، درصد چربی) و عملکردی (یک تکرار بیشینه) با فرمول برزیسکی (۱۹) در ایستگاه های پرس سینه، پرس پا، سیم کش، جلو ران، جلو بازو با هالتر، اسکات و سر شانه با هالتر) اندازه گیری شد. توده چربی و توده بدون چربی آزمودنی ها از طریق اندازه گیری ضخامت لایه چربی زیر پوستی هفت نقطه ای شامل ناحیه سینه ای، شکمی، رانی، سه سر، فوق خاصره، تحت کتفی و زیربغل با استفاده از کالیپر لافایت اندازه گیری و با معادلات جکسون و پولاک محاسبه شد (۲۰).

انعطاف پذیری

برای اندازه گیری انعطاف پذیری در مفاصل و عضلات کمر، همسترینگ و خم کننده های ران از جعبه انعطاف پذیر نشستن و رسیدن (ساخت شرکت ساتراپ) استفاده شد. جهت کنترل اثر گرم کردن، شرکت کنندگان قبل از اندازه گیری از گرم کردن منع شدند. شرکت کنندگان روی زمین نشستند و باسنشان به دیوار بود. اطمینان حاصل شد که در حین دست زدن هیچ ضربه یا ضربه ای وجود ندارد و کشش حداقل به مدت یک ثانیه حفظ شد. اجازه سه تلاش برای هر شرکت کننده داده شد و بهترین دسترسی از سه آزمایش ثبت کنید.

قدرت پا با استفاده از دینامومتر (Back-leg-chest dynamometer) برند Saehan (محصول کره جنوبی) ارزیابی شد. دینامومتر BLC دارای قابلیت تکرارپذیری مجدد آزمون-آزمون نسبتاً بالایی است و از این رو پیشنهاد شده است ابزار

مناسبی برای تحقیقات کاربردی است (۲۱). قبل از شروع، اطمینان حاصل شد که دینامومتر کالیبره شده و روی صفر تنظیم مجدد می شد. طول زنجیر بر اساس قد فرد مورد آزمایش تنظیم شد و از آزمودنی خواسته شد تا روی پایه دینامومتر با زانوهای کشیده بایستد. سپس دسته در ارتفاع فضای داخل مفصلی مفصل زانو قرار گرفت. برای آزمایش، شرکت کنندگان باید روی پایه می ایستند، زانوها و باسن کمی خم می شدند در حالی که قسمت پایین کمر باید انحنای لوردوتیک مناسب را حفظ می کرد. از آزمودنی ها خواسته شد با انقباضات ایزومتریک ممتد اکستانسورهای زانو، لگن و کمر در حالی که دسته را نگه داشته اند، در جهت عمودی بلند شوند. از شرکت کنندگان خواسته شد که کشش را به صورت ایمن به تدریج افزایش دهند و در سه ثانیه به حداکثر نیرو برسند، در حالی که این کشش را برای دو ثانیه دیگر حفظ کنند. پس از نمایش و یک کارآزمایی آشنایی، سه کارآزمایی با دوره های استراحت ۳۰ ثانیه ای بین کارآزمایی ها انجام شد. حداکثر قدرت برای سه آزمایش برای تجزیه و تحلیل بیشتر استفاده شد (۲۱).

توان

توان با استفاده از آزمون پرش ارتفاع سارجنت مشخص شد. در این آزمون، فرد ابتدا در حالت ایستاده میزان دسترسی خود را مشخص می کرد، سپس با انجام یک پرش عمودی، بالاترین نقطه ای را که می تواند لمس کند ثبت شد. ارتفاع پرش سارجنت برابر با اختلاف بین این دو مقدار محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری

نرمال بودن داده ها و همگنی واریانس به ترتیب با آزمون Shapiro-Wilk و آزمون Levene بررسی شد. جهت بررسی تعادل هاردی-واینبرگ در فراوانی چندشکلیها از آزمون آماری Chi-Square استفاده کردیم. برای مقایسه میانگین ها از آزمون ANCOVA (تحلیل کواریانس) و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. در تمامی آزمونها سطح اطمینان ۹۵ درصد لحاظ شده است. تجزیه و تحلیل آماری داده ها در پژوهش حاضر با کمک نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج

توزیع ژنوتیپ و خصوصیات نمونه توزیع ژنوتیپ به تعادل هاردی واینبرگ رسید. فراوانی ژنوتیپ $TT=31.7\%$ ، $CT=49.4\%$ و $CC=18.8\%$ بود. هیچ تفاوتی در سن، ویژگی های آنتروپومتریک یا سطح فعالیت بدنی در بین ژنوتیپ های CC ، CT و TT ژن $COL5A1$ وجود نداشت ($p > 0.05$). جدول ۳ مقایسه میانگین عملکرد بدنی آزمودنی ها در انعطاف پذیری با توجه به ژنوتیپ آنها و تاثیر مکمل امگا ۳ پس از ۸ هفته مصرف را نشان می دهد. اثر زمان ($F=1.42$, $p=.26$, $\eta^2=.12$) معنادار نبود اما اثر گروه ($F=7.56$, $p=.02$, $\eta^2=.39$) معنادار بود ولی تعامل گروه $\times$ زمان ($F=.99$, $p=.15$, $\eta^2=.09$) معنادار نبود. همچنین، تعامل گروه $\times$ زمان $\times$ $COL5A1$ نیز معنادار نبود ($p=.25$, $\eta^2=.07$).

۱۲ بررسی ارتباط پلی مورفیسم $\rho\sigma 12722$ در ژن $XO\Delta 5A1$ و مکمل یاری امگا-۳...

نتایج جدول ۴ در خصوص عملکرد بدنی آزمودنی ها در قدرت با توجه به ژنوتیپ آنها و تاثیر مکمل امگا ۳، نشان می دهد که اثر زمان ($F=1.02, p=.19, \eta^2=.10$)، گروه ($F=2.13, p=.22, \eta^2=.09$) و تعامل گروه زمان ($F=.92, p=.08, \eta^2=.28$) معنادار نبود. علاوه بر این، تعامل گروه $\times$ زمان $\times$ COL5A1 نیز معنادار نبود ($p=.43, \eta^2=.04$). در خصوص ژنوتیپ آزمودنی ها و تاثیر مکمل امگا-۳ بر عملکرد بدنی آنها در توان نیز نتایج نشان داد که اثر زمان ($F=1.53, p=.20, \eta^2=.10$)، گروه ($F=0.85, p=.36, \eta^2=.11$) و تعامل گروه زمان ($F=.52, p=.08, \eta^2=.63$) معنادار نبود (جدول ۵). مشابه با متغیرهای دیگر، تعامل گروه $\times$ زمان $\times$ COL5A1 نیز معنادار نبود ($p=.16, \eta^2=.13$).

جدول ۳. تاثیر مکمل یاری امگا ۳ بر انعطاف پذیری مردان جوان فعال یا آزمودنی ها به تفکیک آلل ها

Table 3. Effect of omega-3 supplementation on flexibility in young active men or subjects by allele

	همه آزمودنی ها all subjects	میانگین $\pm$ انحراف معیار Mean $\pm$ standard deviation	COL5A1 rs 12722			F	p
			TT	CT	CC		
انعطاف پذیری پیش آزمون (سانتی متر)	P	30.5 $\pm$ 6.5	26.2 $\pm$ 6.4	29.1 $\pm$ 7.5	36.3 $\pm$ 5.6*	32.16	0.003
	O	30.1 $\pm$ 7.1	25.8 $\pm$ 5.9	27.4 $\pm$ 8.4	37.1 $\pm$ 7.1*	41.38	0.001
Pre-test flexibility (cm)							
انعطاف پذیری پس آزمون (سانتی متر)	P	31.9 $\pm$ 7.3	27.4 $\pm$ 8.2	30.3 $\pm$ 6.6	38.1 $\pm$ 7.3*	23.56	0.007
	O	33.3 $\pm$ 7.9	29.5 $\pm$ 9.2	31.2 $\pm$ 7.6	39.2 $\pm$ 7.0*	37.44	0.001
Post-test flexibility (cm)							

* تفاوت معنادار با آلل ها ($p \leq 0.05$): P: دارونما، O: امگا ۳

۱۳ بررسی ارتباط پلی مورفیسم $\rho\sigma 12722$ در ژن $XO\Delta 5A1$ و مکمل یاری امگا -۳...

جدول ۴. تاثیر مکمل یاری امگا ۳ بر قدرت مردان جوان فعال یا آزمودنی ها به تفکیک آلل ها

Table 4. Effect of omega-3 supplementation on strength in young active men or subjects by allele

	همه آزمودنی ها all subjects	میانگین $\pm$ انحراف معیار Mean $\pm$ standard deviation	COL5A1 rs 12722			F	p
			TT	CT	CC		
قدرت پیش آزمون (کیلوگرم) Pre-test strength (kg)	P	108.8 $\pm$ 22.5	110.2 $\pm$ 28.2	109.1 $\pm$ 17.4	107.2 $\pm$ 21.9	1.33	0.001
	O	107.3 $\pm$ 21.3	109.8 $\pm$ 19.9	107.41 $\pm$ 21.7	106.1 $\pm$ 22.4	0.93	0.002
قدرت پس آزمون (کیلوگرم) Post-test strength (kg)	P	109.9 $\pm$ 21.6	111.4 $\pm$ 27.8	110.3 $\pm$ 16.5	108.1 $\pm$ 20.6	1.70	0.001
	O	108.3 $\pm$ 18.9	110.0 $\pm$ 18.4	108.1 $\pm$ 19.3	106.9 $\pm$ 19.2	0.15	0.001

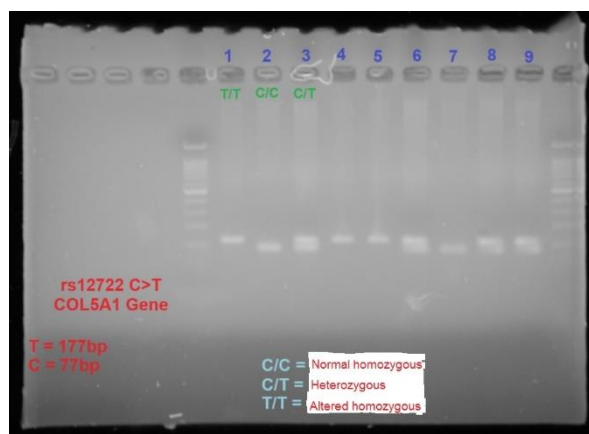
P: دارونما، O: امگا ۳

جدول ۵. تاثیر مکمل یاری امگا ۳ بر توان مردان جوان فعال یا آزمودنی ها به تفکیک آلل ها

Table 5. Effect of omega-3 supplementation on the potency of young active men or subjects by allele

	همه آزمودنی ها all subjects	میانگین $\pm$ انحراف معیار Mean $\pm$ standard deviation	COL5A1 rs 12722			F	p
			TT	CT	CC		
توان پیش آزمون (سانتی متر) Pre-test power (cm)	P	43.1 $\pm$ 8.6	45.5 $\pm$ 8.1	42.2 $\pm$ 8.2	41.8 $\pm$ 9.5	0.15	0.001
	O	43.7 $\pm$ 8.7	43.1 $\pm$ 9.3	44.7 $\pm$ 8.6	43.3 $\pm$ 8.4	2.01	0.001
توان پس آزمون (سانتی متر) Post-test power (cm)	P	44.7 $\pm$ 8.5	47.5 $\pm$ 9.0	43.8 $\pm$ 7.9	42.9 $\pm$ 8.8	0.28	0.005
	O	45.3 $\pm$ 8.4	46.2 $\pm$ 8.5	45.4 $\pm$ 9.3	44.3 $\pm$ 7.6	1.59	0.008

P: دارونما، O: امگا ۳



شکل ۱. عکس نهایی الکتروفورز فراورده‌های PCR روی ژل آگارز پلی مورفیسم rs12722

Figure 1. Final photo of PCR products electrophoresis on agarose gel of rs12722 polymorphism

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نخستین پژوهش در زمینه بررسی اثر ژنوتیپ rs12722 COL5A1 و مکمل یاری امگا-۳ بر انعطاف‌پذیری، قدرت و توان مردان جوان فعال است. با توجه به برخی مطالعات که نشان‌دهنده ارتباط پلی مورفیسم rs12722 با سفتی تاندون و ساختار کلاژن هستند، فرض بر این بود که آلل‌های مختلف این ژنوتیپ اثرات متفاوتی بر انعطاف‌پذیری، قدرت و توان داشته باشند. همچنین، با در نظر گرفتن تأثیر بالقوه امگا-۳ بر بافت‌های کلاژنی، انتظار می‌رفت که این مکمل بر این شاخص‌های عملکردی تأثیر قابل‌توجهی داشته باشد. بنابراین، هدف نخست این مطالعه بررسی ارتباط پلی مورفیسم rs12722 با انعطاف‌پذیری، قدرت و توان بود و هدف دوم ارزیابی تأثیر مکمل‌یاری امگا-۳ بر عملکردهای مرتبط با این ژنوتیپ. نتایج این پژوهش نشان داد که پلی مورفیسم rs12722 ارتباط معناداری با انعطاف‌پذیری دارد، به گونه‌ای که افراد دارای آلل CC نسبت به آلل‌های TT و CT انعطاف‌پذیری بیشتری داشتند، اما این ارتباط با قدرت و توان عضلانی مشاهده نشد. علاوه بر این، یک دوره مکمل‌یاری امگا-۳ تغییرات معناداری در انعطاف‌پذیری، قدرت و توان، با توجه به آلل‌های مختلف پلی مورفیسم rs12722، ایجاد نکرد. این یافته‌ها فرضیه نخست مبنی بر ارتباط ژنوتیپ COL5A1 با انعطاف‌پذیری را تأیید می‌کنند، اما فرضیه مربوط به تأثیر این ژنوتیپ و مکمل‌یاری امگا-۳ بر قدرت و توان را رد می‌نمایند. بر اساس این نتایج، به نظر می‌رسد که حداقل در جمعیت ایرانی مورد بررسی، انعطاف‌پذیری تحت تأثیر پلی مورفیسم rs12722 قرار دارد، اما قدرت و توان عضلانی از این پلی مورفیسم و مکمل‌یاری امگا-۳ تأثیر نمی‌پذیرند.

برخی پژوهش‌ها، که با یافته‌های این مطالعه همسو هستند، ارتباط مثبت میان پلی مورفیسم rs12722 و افزایش انعطاف‌پذیری را گزارش کرده‌اند (۸، ۲۲، ۲۳). گزارش شده است که افراد دارای ژنوتیپ CC اغلب دامنه حرکتی بیشتری

نسبت به افراد دارای ژنوتیپ TT دارند، زیرا ژنوتیپ TT با تاندون‌های سفت‌تر و انعطاف‌پذیری کمتر همراه است. این ارتباط در مطالعات مربوط به ورزشکاران و افراد دارای آسیب‌های خاص مشاهده شده است، که نشان می‌دهد ژنوتیپ CC ممکن است مزایای انعطاف‌پذیری بیشتری داشته و خطر آسیب‌هایی مانند تاندونوپاتی آشیل و آسیب‌های رباط متقاطع قدامی را کاهش دهد (۱۱). علاوه بر این، نتایج کیفی یک مطالعه مروری نشان داده است که پلی مورفیسم rs12722 با انعطاف‌پذیری در افراد فعال، به‌ویژه در گروه‌های آسیایی، مرتبط است (۲۴). با این وجود، برخی پژوهش‌ها این ارتباط را تأیید نکرده‌اند (۲۷-۲۵). تفاوت در نتایج مطالعات ممکن است ناشی از تفاوت‌های جمعیت‌شناختی شرکت‌کنندگان باشد. به‌عنوان مثال، مطالعات نشان داده‌اند که پلی مورفیسم rs12722 با آسیب‌های تاندون و رباط در جمعیت قفقازی مرتبط است، اما در آسیای شرقی این ارتباط مشاهده نشده است (۱۲). به‌طور کلی، اگرچه برخی مطالعات تأیید کرده‌اند که پلی مورفیسم rs12722، به‌ویژه نوع CC، با افزایش انعطاف‌پذیری و کاهش خطر آسیب همراه است، اما برخی دیگر این ارتباط را، به‌ویژه در گروه‌های جمعیتی جوان‌تر و در میان گروه‌های قومی مختلف، مورد تردید قرار داده‌اند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که رابطه میان پلی مورفیسم rs12722 و انعطاف‌پذیری پیچیده است و تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله سن، قومیت و جمعیت مورد بررسی قرار دارد (۸).

افراد دارای ژنوتیپ CC نسبت به افراد با ژنوتیپ TT از معماری متفاوتی در فیبریل‌های کلاژن برخوردارند. ژنوتیپ CC با فیبرهای کلاژن بزرگ‌تر و نامنظم‌تر مرتبط است که موجب افزایش انعطاف‌پذیری و کشش تاندون‌ها و رباط‌ها می‌شود (۸). ژنوتیپ CC با سفتی عضلانی و تاندینوز کمتر مرتبط است این ویژگی‌ها سبب کاهش سفتی عضلانی و تاندینوز در افراد با ژنوتیپ CC می‌شود، در حالی که افراد با ژنوتیپ TT به دلیل داشتن تاندون‌های سفت‌تر، با دامنه حرکتی محدودتر و خطر آسیب‌دیدگی بالاتر مواجه‌اند (۱۱). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که افراد دارای ژنوتیپ CC کمتر در معرض آسیب‌هایی مانند تاندونوپاتی آشیل و آسیب رباط متقاطع قدامی قرار می‌گیرند. انعطاف‌پذیری بیشتر ناشی از این ژنوتیپ، به نوعی اثر محافظتی ایجاد می‌کند؛ زیرا افزایش دامنه حرکتی (ROM) و کاهش سفتی می‌تواند احتمال فشار و صدمات را در حین فعالیت‌های بدنی کاهش دهند (۱۱، ۲۸).

فرض ما بر این بود که پلی مورفیسم rs12722 احتمالاً بر قدرت و توان عضلانی تأثیرگذار باشند. اما یافته‌های مطالعه ما نشان داد که پلی مورفیسم rs12722 ارتباط معنی‌داری با قدرت و توان عضلانی ندارد. همسو با این نتایج، پژوهشی دیگر اثبات کرده است که تمرین‌های پلايومتریک در کودکان به افزایش توان منجر می‌شود، اما این تفاوت‌ها احتمالاً تحت تأثیر ژنوتیپ‌های ACTN3 و COL5A1 قرار نمی‌گیرند (۲۹). به‌طور کلی، پایه ژنتیکی قدرت و توان عضلانی پیچیده و چندوجهی است. این ویژگی نه تنها تحت تأثیر بافت همبند قرار دارد، بلکه مجموعه‌ای از ژن‌های کلیدی مانند ACTN3 و TTN نیز در آن نقش دارند (۳۰). لازم به ذکر است که در عضله قلب، در طول‌های کوتاه‌تر سارکومر، کشش غیرفعال فیبرهای عضلانی عمدتاً وابسته به تیتین است، در حالی که در طول‌های بلندتر، رشته‌های کلاژن خارج سلولی تعیین‌کننده

1 . Range of Motion

این کشش هستند (۳۱). با توجه به این جنبه‌ها، به نظر می‌رسد که تأثیر بافت‌های همبند داخل عضلانی بر قدرت و توان عضلانی در روش آزمایشی مورد استفاده، کمتر از حد انتظار باشد. بنابراین، برای درک بهتر این مسئله، مطالعات بیشتری مورد نیاز است. علاوه بر این، اثرات پلی مورفیسم rs12722 ممکن است در بین جمعیت‌های مختلف و زمینه‌های ورزشی گوناگون متغیر باشد. به عنوان نمونه، در ورزشکاران قفقازی ارتباط میان این پلی مورفیسم و شدت آسیب را پیشنهاد کرده‌اند، اما این رابطه به‌طور مستمر در ورزشکاران ژاپنی مشاهده نشده است. این امر نشان می‌دهد که تأثیرات ژنتیکی بر ویژگی‌های عضلانی وابسته به زمینه ژنتیکی افراد است (۳۲). اختلاف در یافته‌های مربوط به اثر پلی مورفیسم rs12722 بر قدرت و توان عضلانی را می‌توان به عوامل متعدد زیر نسبت داد. تنوع در زمینه‌های ژنتیکی در میان جمعیت‌های مختلف (به عنوان مثال، قفقازی در مقابل آسیایی) ممکن است به نتایج متفاوتی منجر شود. برخی از مطالعات با حجم نمونه کوچکتر ممکن است فاقد قدرت آماری برای تشخیص ارتباط‌های قابل توجه باشند، در حالی که مطالعات بزرگتر ممکن است یافته‌های قوی‌تری به دست دهند. همچنین، تحقیقات متمرکز بر ورزشکاران نخبه ممکن است نتایج متفاوتی را در مقایسه با مطالعات مربوط به جمعیت عمومی یا غیرورزشکاران نشان دهد.

نتیجه دیگر مطالعه حاضر عدم اثر مصرف امگا ۳ بر انعطاف پذیری، قدرت و توان عضلانی آزمودنی‌های جوان تحقیق حاضر بود و مصرف مکمل امگا ۳ با پلی مورفیسم COL5A1 rs12722 در انعطاف پذیری، قدرت و توان عضلانی ارتباطی ندارد. برخی از مطالعات نشان داده‌اند که مکمل امگا ۳ می‌تواند به محافظت در برابر آسیب عضلانی و افزایش ریکاوری کمک کند، که ممکن است به طور غیرمستقیم از بهبود انعطاف پذیری حمایت کند (۳۳). به نظر می‌رسد عدم افزایش انعطاف پذیری با وجود مصرف امگا ۳ در مطالعه حاضر جوان بودن و سالم بودن آزمودنی‌ها باشد. یک مطالعه اثرات مکمل امگا ۳ همراه با یک برنامه تمرینی کششی را در افراد مسن بررسی کرد. نتایج نشان داد که مکمل امگا ۳ می‌تواند مزایای تمرینات انعطاف پذیری را افزایش دهد و به طور بالقوه منجر به بهبود انعطاف پذیری مفاصل و عملکرد کلی عضلات شود. این نشان می‌دهد که بزرگسالان مسن‌تر زمانی که امگا ۳ در رژیم ورزشی خود گنجانده می‌شوند، ممکن است بهبود انعطاف‌پذیری بیشتری را نسبت به جوانان تجربه کنند (۳۴). در افراد جوانتر و سالم، شواهد مربوط به تأثیر مکمل امگا ۳ بر انعطاف‌پذیری کمتر قطعی است. برخی از مطالعات هیچ بهبود قابل توجهی در انعطاف‌پذیری به دنبال مصرف مکمل امگا ۳ به تنهایی گزارش نکرده‌اند، که نشان می‌دهد افراد جوان‌تر ممکن است در حال حاضر دارای انعطاف‌پذیری و قابلیت‌های بهبودی مطلوب بدون نیاز به مکمل‌های اضافی باشند (۳۵). تحقیقات نشان می‌دهد که مکمل‌های امگا ۳ می‌توانند مسیرهای سیگنالینگ آنابولیک را تحریک کنند که در افراد مسن‌تر فعالیت کمتری دارند، در نتیجه عملکرد عضلات و انعطاف‌پذیری را به طور موثرتری نسبت به جمعیت‌های جوان‌تر که معمولاً سلامت عضلانی پایه بهتری دارند، بهبود می‌بخشد (۳۶). از سوی دیگر، افراد مسن اغلب التهاب مزمن با درجه پایین را تجربه می‌کنند که می‌تواند به سفتی عضلات و کاهش انعطاف‌پذیری کمک کند. اسیدهای چرب امگا ۳ به دلیل خواص ضد التهابی خود شناخته شده هستند. با کاهش نشانگرهای التهابی، امگا ۳ می‌تواند به کاهش درد و سفتی عضلات کمک کند و منجر به بهبود انعطاف‌پذیری شود.

در افراد جوان‌تر، که عموماً سطوح پایین‌تری از التهاب و قابلیت‌های بهبودی بهتری دارند، تأثیر امگا ۳ بر روی انعطاف‌پذیری ممکن است به‌اندازه مشخص نباشد (۳۶). در یک مطالعه مروری گزارش کرده اند که اسیدهای چرب امگا ۳ می‌توانند قدرت عضلانی را در افراد مسن افزایش دهند (۳۷). تحقیقات نشان می‌دهد که اگرچه اسیدهای چرب امگا ۳ می‌توانند قدرت عضلانی را در افراد مسن بهبود بخشند، شواهدی مبنی بر اثربخشی آنها در بزرگسالان جوان کمتر است. یک بررسی سیستماتیک نشان داد که مطالعات بسیار کمی به طور خاص اثرات مکمل امگا ۳ را در افراد جوان سالم بررسی کرده اند. در میان مطالعات محدود موجود، برخی بهبودهای جزئی در قدرت عضلانی گزارش کردند اما تغییرات قابل توجهی در توده عضلانی یا عملکرد کلی عضله پیدا نکردند (۳۷). افراد جوان معمولاً در مقایسه با بزرگسالان مسن‌تر، عملکرد عضلانی و قابلیت‌های بازیابی بهتری دارند. این امر ممکن است اثرات قابل مشاهده مکمل امگا ۳ را محدود کند. در جمعیت‌های جوان‌تر، محرک ناشی از تمرینات مقاومتی اغلب برای افزایش قدرت عضلانی بدون نیاز به مکمل‌های اضافی کافی است. در نتیجه، اثرات آنابولیک امگا ۳ ممکن است تحت الشعاع اثرات بارزتر خود ورزش قرار گیرد (۳۸).

محدودیت‌های این مطالعه شامل حجم نمونه نسبتاً کوچک و اثرات بالقوه سایر عوامل محیطی (به عنوان مثال، رژیم غذایی و تمرینات تخصصی انعطاف‌پذیری یا قدرتی) با ژنتیکی است. روش‌های اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری، قدرت و توان عضلانی محدود به روش مطالعه ما نیستند و نیاز به ارزیابی با دستگاه‌ها و ابزارهای دیگر برای این متغیرها وجود دارد که ممکن است نتایج دقیق‌تری حاصل شود. ما از نتایج طرح شبیه به مطالعه حاضر روی کودکان، زنان و سالمندان مطلع نیستیم و بهتر است در مطالعات آینده از گروه‌های دیگر نیز برای بررسی عوامل تحقیق حاضر استفاده شود. در این مطالعه اثر تمرینات انعطاف‌پذیری، قدرتی و توانی همراه با مصرف امگا ۳ و ارتباط با پلی مورفیسم rs12722 بررسی نشد مطالعات آتی همچنین باید با دقت بیشتری هر گونه تأثیرات تمرینی بر قدرت و انعطاف‌پذیری را توضیح دهد. از محدودیت‌های مهم دیگر مطالعه حاضر این بود که ما فقط پلی مورفیسم rs12722 COL5A1 را آزمایش کرده ایم. این امکان وجود دارد که پلی مورفیسم‌ها و ژن‌های دیگر برای انعطاف‌پذیری، قدرت و توان عضلانی اثرات مختلفی داشته باشند. بنابراین، نتایج این مطالعه را نمی‌توان به سایر جمعیت‌ها تعمیم داد.

نتیجه‌گیری کلی

آل CC پلی مورفیسم rs12722 ژن COL5A1 با افزایش انعطاف‌پذیری مرتبط است. همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در مورد قدرت و توان این ارتباط معنی‌دار نبود و مکمل یاری امگا ۳ اثری بر عملکردهای انعطاف‌پذیری، قدرت و توان عضلانی مردان جوان فعال نداشت و با پلی مورفیسم rs12722 COL5A1 بدون ارتباط بود. بنابراین، یافته‌های ما شواهد اولیه‌ای مبنی بر ارتباط پلی مورفیسم rs12722 با انعطاف‌پذیری، قدرت، توان عضلانی و مکمل امگا ۳ در مردان جوان فعال جامعه آماری مطالعه حاضر فراهم می‌کند.

پیام مقاله

۱۸ بررسی ارتباط پلی مورفیسم rs12722 در ژن XO5A1 و مکمل یاری امگا-۳...

پلی مورفیسم rs12722 ارتباط معناداری با انعطاف پذیری مردان جوان فعال دارد و یک دوره مکمل یاری امگا-۳ تغییرات معناداری در انعطاف پذیری، قدرت و توان الی های مختلف پلی مورفیسم rs12722 ایجاد نمی کند.

ملاحظات اخلاقی

همه آزمودنی های تحقیق فرم رضایت نامه آگاهانه شرکت در تحقیق را تکمیل و امضا کردند و تمام مراحل تحقیق طبق بیانیه هلسینکی انجام شد. همچنین نویسندگان متعهد می شوند که هیچ گونه تخلف اخلاقی در فرایند جمع آوری داده ها، تحلیل نتایج یا نگارش مقاله صورت نگرفته است.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافی در خصوص این مقاله وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

محققین این مطالعه بر خود لازم می دانند از تمامی آزمودنی هایی که در مطالعه حاضر شرکت کردند قدردانی نمایند.

منابع

1. [Varillas-Delgado D, Del Coso J, Gutiérrez-Hellín J, Aguilar-Navarro M, Muñoz A, Maestro A, et al. Genetics and sports performance: the present and future in the identification of talent for sports based on DNA testing. European journal of applied physiology. 2022;122\(8\):1811-30. https://doi: 10.1007/s00421-022-04945-z.](https://doi.org/10.1007/s00421-022-04945-z)
2. [Dines HR, Nixon J, Lockett SJ, Herbert AJ, Kipps C, Pedlar CR, et al. Collagen gene polymorphisms previously associated with resistance to soft-tissue injury are more common in competitive runners than nonathletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2023;37\(4\):799-805. https://doi: 10.1519/JSC.0000000000004291.](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004291)
3. [Bertuzzi R, Pasqua LA, Bueno S, Lima-Silva AE, Matsuda M, Marquezini M, et al. Is the COL5A1 rs12722 gene polymorphism associated with running economy? PLoS One. 2014;9\(9\):e106581. https://doi: 10.1371/journal.pone.0106581.](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106581)
4. [Eynon N, Hanson ED, Lucia A, Houweling PJ, Garton F, North KN, et al. Genes for elite power and sprint performance: ACTN3 leads the way. Sports medicine. 2013;43:803-17. https://doi: 10.1007/s40279-013-0059-4.](https://doi.org/10.1007/s40279-013-0059-4)
5. [Holwerda AM, van Loon LJ. The impact of collagen protein ingestion on musculoskeletal connective tissue remodeling: a narrative review. Nutrition reviews. 2022;80\(6\):1497-514. https://doi: 10.1093/nutrit/nuab083.](https://doi.org/10.1093/nutrit/nuab083)

6. [Birk DE, Fitch JM, Babiarz JP, Doane KJ, Linsenmayer TF. Collagen fibrillogenesis in vitro: interaction of types I and V collagen regulates fibril diameter. Journal of cell science. 1990;95\(4\):649-57. https://doi: 10.1242/jcs.95.4.649.](#)
7. [Bulbul A, Ari E, Apaydin N, Ipekoglu G. The Impact of Genetic Polymorphisms on Anterior Cruciate Ligament Injuries in Athletes: A Meta-Analytical Approach. Biology. 2023;12\(12\):1526. https://doi: 10.3390/biology12121526.](#)
8. [Lim S-T, Kim C-S, Kim W-N, Min S-K. The COL5A1 genotype is associated with range of motion. Journal of exercise nutrition & biochemistry. 2015; 19\(2\):49–53. https://doi: 10.5717/jenb. 2015. 15052701.](#)
9. [Collins M, Posthumus M. Type V collagen genotype and exercise-related phenotype relationships: a novel hypothesis. Exercise and sport sciences reviews. 2011;39\(4\):191-8. https://doi: 10.1097/JES.0b013e318224e853.](#)
10. [Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. Journal of applied physiology. 2001;90\(2\):520-7. https://doi: 10.1152/jappl.2001.90.2.520.](#)
11. [Brown JC, Miller C-J ,Posthumus M, Schwellnus MP, Collins M. The COL5A1 gene, ultra-marathon running performance, and range of motion. International journal of sports physiology and performance. 2011;6\(4\):485-96. https://doi: 10.1123/ijspp.6.4.485. Epub 2011 Jul 29.](#)
12. [Miyamoto-Mikami E, Miyamoto N, Kumagai H, Hirata K, Kikuchi N, Zempo H, et al. COL5A1 rs12722 polymorphism is not associated with passive muscle stiffness and sports-related muscle injury in Japanese athletes. BMC Medical Genetics. 2019;20:1-9.https://doi: 10.1186/s12881-019-0928-2.](#)
13. [Zdzieblik D, Oesser S, Baumstark MW, Gollhofer A, König D. Collagen peptide supplementation in combination with resistance training improves body composition and increases muscle strength in elderly sarcopenic men: a randomised controlled trial. British Journal of Nutrition. 2015;114\(8\):1237-45. https://doi:10.1017/S0007114515002810.](#)
14. [Chen M, Zhu X, Zhang L, Zhao D. COL5A2 is a prognostic-related biomarker and correlated with immune infiltrates in gastric cancer based on transcriptomics and single-cell RNA sequencing. BMC Medical Genomics. 2023;16\(1\):220. https://doi: 10.1186/s12920-023-01659-9.](#)
15. [Chilton FH, Manichaikul A, Yang C, O'Connor TD, Johnstone LM, Blomquist S, et al. Interpreting clinical trials with omega-3 supplements in the context of ancestry and FADS genetic variation. Frontiers in Nutrition. 2022;8:808054. https://doi: 10.3389/fnut.2021.808054. eCollection 2021.](#)
16. [Tremblay BL, Guénard F, Rudkowska I, Lemieux S, Couture P, Vohl M-C. Epigenetic changes in blood leukocytes following an omega-3 fatty acid supplementation. Clinical epigenetics. 2017;9:1-9. https://doi: 10.1186/s13148-017-0345-3. eCollection 2017.](#)
17. [Therdyothin A, Phiphophathsanee N, Isanejad M. The effect of omega-3 fatty acids on sarcopenia: mechanism of action and potential efficacy. Marine Drugs. 2023;21\(7\):399. https://doi: 10.3390/md21070399.](#)

۲۰ بررسی ارتباط پلی مورفیسم p۵12722 در ژن XOA5A1 و مکمل یاری امگا -۳...

18. [Kyriakidou Y, Wood C, Ferrier C, Dolci A, Elliott B. The effect of Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on exercise-induced muscle damage. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2021;18:1-11. https://doi: 10.1186/s12970-020-00405-1.](#)
19. [Brzycki M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. Journal of Physical Education, Recreation & Dance. 1993;64\(1\):88-90. https://doi: 10.1080/07303084.1993.10606684.](#)
20. [Pollock ML, Jackson AS. Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1984;16\(6\):606-15.](#)
21. [Ten Hoor GA, Musch K, Meijer K, Plasqui G. Test-retest reproducibility and validity of the back-leg-chest strength measurements. Isokinetics and Exercise Science. 2016; 24 :209–216. https://doi.org/ 10.3233/IES-160619.](#)
22. [Collins M, Mokone G, September A, Van der Merwe L, Schwellnus M. The COL5A1 genotype is associated with range of motion measurements. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2009;19\(6\):803-10. https://doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00915.x.](#)
23. [Brown J, Miller CJ, Schwellnus M, Collins M. Range of motion measurements diverge with increasing age for COL5A1 genotypes. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2011;21\(6\):e266-e72. https://doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01271.x.](#)
24. [Silva CC, Silva LF, Santos CR, Goldberg TB, Ramos SP, Venancio EJ. Genetic polymorphism on the flexibility of elite rhythmic gymnasts: State of art. Apunts Medicina de l'Esport. 2019;54\(201\):27-35. https://doi.org/10.1016/j.apunts.2018.10.001.](#)
25. [Kim JH, Jung ES, Kim C-H, Youn H, Kim HR. Genetic associations of body composition, flexibility and injury risk with ACE, ACTN3 and COL5A1 polymorphisms in Korean ballerinas. Journal of exercise nutrition & biochemistry. 2014;18\(2\):205 . https://doi: 10.5717/jenb.2014.18.2.205.](#)
26. [Posthumus M, Raleigh SM, Ribbans WJ, Schwellnus MP, Collins M. A functional variant within the MMP3 gene does not associate with human range of motion. Journal of Science and Medicine in Sport. 2010;13\(6\):630-2. https://doi: 10.1016/j.jsams.2010.01.006.](#)
- [Kuno M, Fukunaga T, Hirano Y, Miyashita M. Anthropometric variables and muscle properties of Japanese female ballet dancers. International journal of sports medicine. 1996;17\(2\):100-5. https://Anthropometric variables and muscle properties of Japanese female ballet dancers.](#)
28. [Posthumus M, September AV, O'Cuinneagain D, van der Merwe W, Schwellnus MP, Collins M. The COL5A1 gene is associated with increased risk of anterior cruciate ligament ruptures in female participants. The American journal of sports medicine. 2009; 37\(11\):2234-40. https://doi: 10.1177/0363546509338266.](#)
29. [Gharakhanlou R, Mollanouri Shamsi M. Investigating the relationship between ACTN3 rs1815739 and COL5A1 rs12722 polymorphisms with power performance following plyometric exercises. Research in Sport Medicine and Technology.](#)

۲۱ بررسی ارتباط پلی مورفیسم pσ12722 در ژن XOΔ5A1 و مکمل یاری امگا -۳...

30. [Clarkson PM, Devaney JM, Gordish-Dressman H, Thompson PD, Hubal MJ, Urso M, et al. ACTN3 genotype is associated with increases in muscle strength in response to resistance training in women. Journal of applied physiology. 2005;99\(1\):154-63. https://doi: 10.1152/jappphysiol.01139.2004.](#)
31. [Miyamoto-Mikami E, Miyamoto N, Kumagai H, Hirata K, Kikuchi N, Zempo H, et al. COL5A1 rs12722 polymorphism is not associated with passive muscle stiffness and sports-related muscle injury in Japanese athletes. BMC Medical Genetics. 2019;20\(1\):1-9. https://doi:10.1186/s12881-019-0928-2.](#)
32. [Jacob Y, Anderton RS, Cochrane Wilkie JL, Rogalski B, Laws SM, Jones A, et al. Genetic variants within NOGGIN, COL1A1, COL5A1, and IGF2 are associated with musculoskeletal injuries in elite male Australian football league players: a preliminary study. Sports medicine-open . 2022;11;8\(1\):126. https://doi: 10.1186/s40798-022-00522-y.](#)
33. [Fernández-Lázaro D, Arribalzaga S, Gutiérrez-Abejón E, Azarbayjani MA, Mielgo-Ayuso J, Roche E. Omega-3 Fatty Acid Supplementation on Post-Exercise Inflammation, Muscle Damage, Oxidative Response, and Sports Performance in Physically Healthy Adults—A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. Nutrients. 2024;16\(13\):2044. https://doi: 10.3390/nu16132044.](#)
34. [Anacleto GMC, Rica RL, Maifrino LBM, Maia AF, Ribeiro SML, Bocalini DS, et al. Additional effects of stretching training program and supplementation with omega-3 in older people. Journal of Physical Education and Sport. 2019;19:473-80. https://doi:10.7752/jpes.2019.s2069.](#)
35. [Gammone MA, Riccioni G, Parrinello G, D'Orazio N. Omega-3 polyunsaturated fatty acids: benefits and endpoints in sport. Nutrients. 2019;11\(1\):46. https://doi: 10.3390/nu11010046.](#)
36. [Balachandran A, Gundermann DM, Walkup MP, King AC, Ambrosius WT, Kritchevsky SB, et al. Association of fish oil and physical activity on mobility disability in older adults. Medicine and science in sports and exercise. 2020;52\(4\):859. https://doi: 10.1249/MSS.0000000000002195.](#)
37. [Moon GK, Bu SY. Effects of Omega-3 Fatty Acid Supplementation on Skeletal Muscle Mass and Strength in Adults: A Systematic Review. Clinical Nutrition Research. 2023;12\(4\):304. https://doi: 10.7762/cnr.2023.12.4.304.](#)
38. [Cornish SM, Cordingley DM, Shaw KA, Forbes SC, Leonhardt T, Bristol A, et al. Effects of omega-3 supplementation alone and combined with resistance exercise on skeletal muscle in older adults: a systematic review and meta-analysis. Nutrients. 2022;14\(11\):2221. https://doi: 10.3390/nu14112221.](#)